かつて、テレビで大活躍した奴らに「それで終わるタマじゃないだろ！」と、もう一花咲かせてやるミニアンプ

トランスさがし編

齋藤和孝

アンプを『安く』作りたい！

昨年「単管単段シングル真空管アンプ」(写真1) を製作 (2014年7～9月号に掲載) した後，"次のアンプ" をどうするか模索して来ました．

単管単段はお手軽ではあるものの，パワーと利得から音量が限られ，Maker Faire Tokyo など工作の展示会で展示しても周囲の騒音に対抗できず，悔しい思いをしました．また，もう少し見栄えもよくしたいという「欲」も出てきて，もう一回りパワーの大きなアンプが作りたくなっていたところでもあります．

とはいえ，少ない小遣いを毎月やりくりしながらの製作．あまり費用はかけられません．

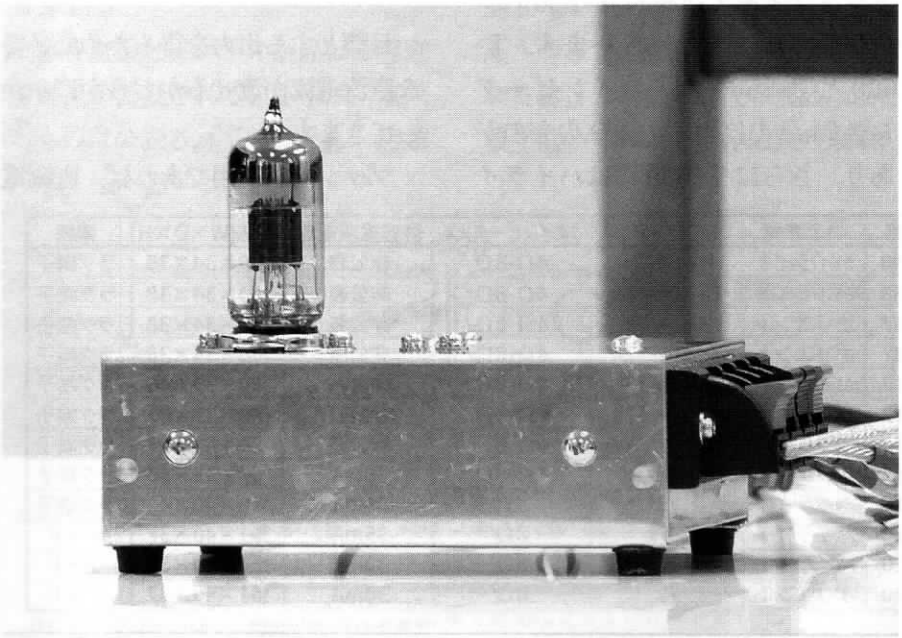
高級なパーツをふんだんに使って作られたアンプを「フルコース料理」をたとえるならば，私は安いパーツを使いつつその性能を最大限に引き出した「まかない飯」のようなアンプを目指す事にします．

まずはじめに，予算を決めます．

大雑把に1台あたり1万円以内としました (1万円オーディオコンテストではありませんが！　笑)．但し，実験費用は別とします．

配分は，真空管・トランスにそれぞれ3～4,000円，そのほかのパーツに残りとします．

ついで，作るべきアンプの目標とする出力を決定します．



〈写真1〉2014年8月号 p125 の単管単段アンプ

本来，必要なアンプの出力は

- スピーカーの能率
- 音楽を聴く状況

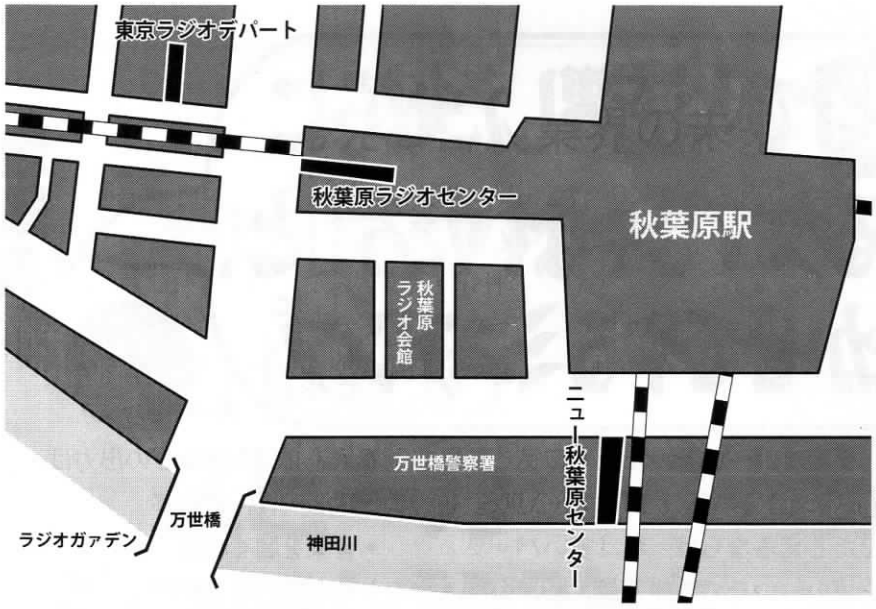
などに左右されます．

スピーカーの能率が低ければそれだけアンプの出力は大きくする必要がありますし，遠く離れて聞いたり，周りがうるさい状況でもまたアンプを大きくしなければいけません．

具体的にいえば，能率が80dB/W/mのスピーカーに1Wを入れて1mの距離で聞けば，80dBの音量で聞こえることになります．80dBという音量は，騒音でいえば電車の車内・ゲームセンター内などと同等とされます．先の Maker Faire Tokyo の展示場内ではこれと同じ程度の騒音がしていたので，このような会場では1Wよりもはるかに大きなアンプを持っていかなければ聞こえなかった計算になります．

しかしながら，いきなり大きなアンプを作るのもあまりに冒険的です．前回の単管単段アンプの出力が200mWでしたから，今回は単純におおよそ倍の500mWと，さらに倍の1Wの2機種を製作することを目指します．

真空管でパワーを出したければ大きいものを使えばよく，いわゆる“不人気球”を使えば大きくても安いものはいくらでもあると踏んでいたので，真空管の選定はとりあえず後回



◆代表的な部品店街それぞれにトランス販売店がある

しにしました.

採用する回路も，現時点では特に決めずにおきます．ただ，オーソドックスな真空管アンプの回路とする（OTL回路などではない）ことだけは決めておきました.

となれば，あと決めるべきは「出力トランス」です．私にとって，市中にどれだけの出力トランスが流通しているのか未知数でしたので，まずはここから調査をすることにしました.

こつこつと地道に調査

私は首都圏に住んでいますので，部品を調査するといえば行く場所は秋葉原しかありません.

現在，秋葉原でトランスを取り扱う店舗で私が知っているのは，**秋葉原ラジオセンター**の「**東栄変成器**」，**ニュー秋葉原センター**の「**春日無線電機**」，**東京ラジオデパート**の「**ノグチトランス販売**」くらいです.

この3店舗で，それぞれどんなトランスを扱っているか調べました．1個2,000円までの“お手軽商品”を調査することにします.

まずは，前作でT-600を使用した東栄変成器ですが，同種のお手軽トランスとして上位にT-850・T-1200という製品があります．T-600とT-850には1次インピーダンス7kΩのほかに12kΩのものがあり，さらにT-600にはハイライトコアとオリエントコアの2種類がラインナップされ，全7品種という充実ぶりです（さらに言うとT-600とT-850には1次インピーダンス600Ωの製品もありますが，今回は外しました）.

価格もT-1200でも1,500円程と大変お手軽な製品群です.

次に春日無線電機ですが，こちらはお手軽商品としては「OUT-41-357」の1製品のみでした．ひとつ上の製品は2千円台後半まで価格が離れるので，今回の調査対象からは外しました.

最後にノグチトランス販売です．こちらのお手軽商品は4製品ありました．このうち，最も安価なPMF-230を除くと，全てカバー付の製品で，他社が全てカバーなしであるのとは対照的です．もっとも，店主いわく「見た目重視の製品で，特性は良くない」とのことでした.

調べてみると「お手軽価格」の製品は全てシングル用トランスである事がわかります．個人的には，この価格帯でプッシュプル用のトランスも作って欲しいところです.

トランスに求める性能とは

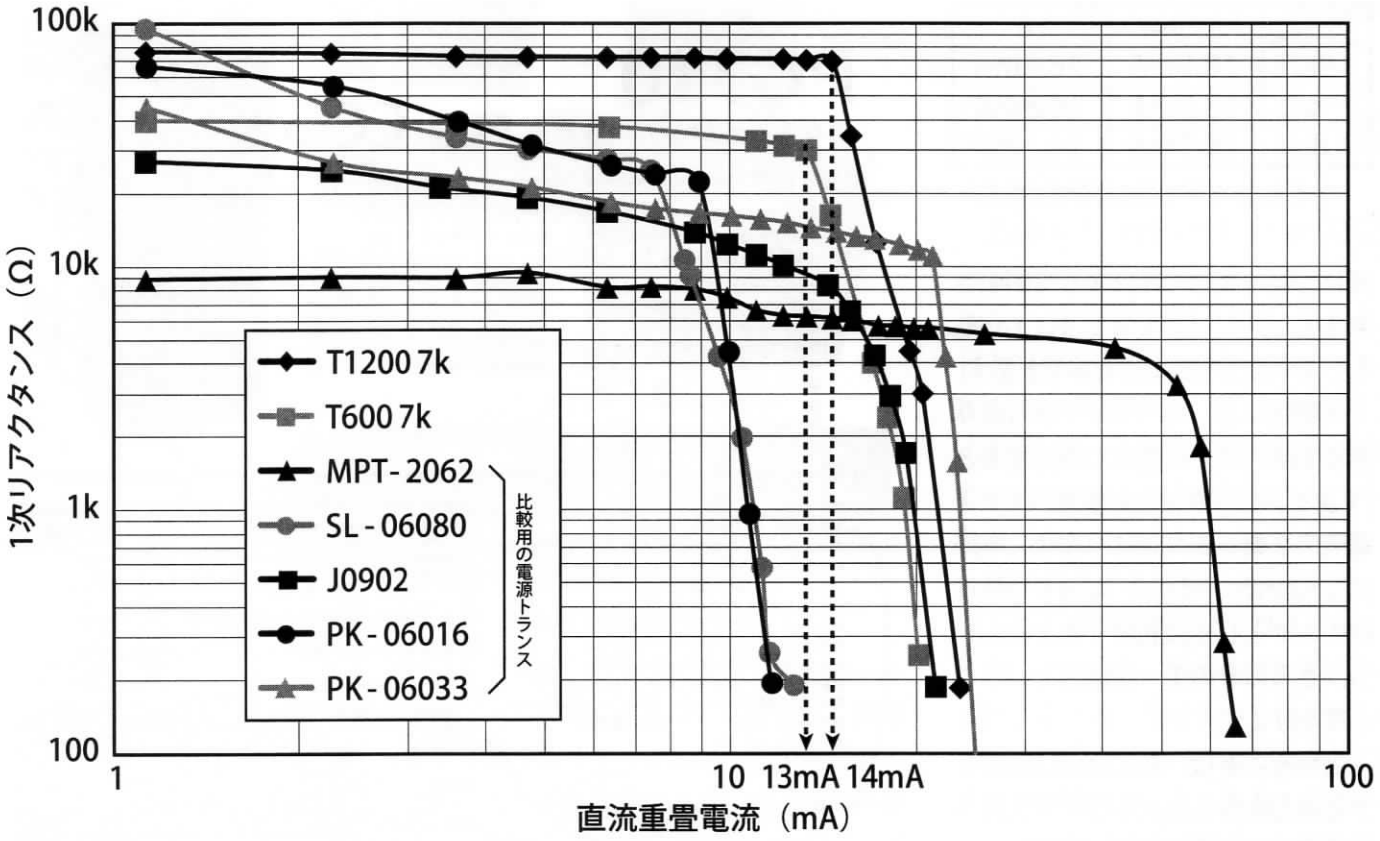
目標とする出力を得るために必要な直流電流が流せるかどうかにかかってきます.

プッシュプル用であれば，直流電

メーカー(販売店)	型名	税込価格	コア素材	1次インピーダンス	2次インピーダンス	許容直流電流	寸法(W×D×H)	接続
東栄変成器	T-600-7k	¥788	ハイライト	3k-5k-7k	4Ω-8Ω	非公表	60×34×38	ラグ端子
	T-600-12k	¥788	ハイライト	7k-10k-12k	4Ω-8Ω	非公表	60×34×38	ラグ端子
	T-600z-7k	¥1,037	オリエント	3k-5k-7k	4Ω-8Ω	非公表	60×34×38	ラグ端子
	T-600z-12k	¥1,037	オリエント	7k-10k-12k	4Ω-8Ω	非公表	60×34×38	ラグ端子
	T-850-7k	¥1,112	ハイライト	3k-5k-7k	4Ω-8Ω	非公表	70×39×45	ラグ端子
	T-850-12k	¥1,112	ハイライト	7k-10k-12k	4Ω-8Ω	非公表	70×39×45	ラグ端子
	T-1200	¥1,512	オリエント	3k-5k-7k	4Ω-8Ω	非公表	70×45×45	ラグ端子
春日無線電機	OUT-41-357	¥1,595	オリエント	3k-5k-7k	4Ω-8Ω	20mA	60×35×36	ラグ端子
ノグチトランス販売	PMF-230	¥1,140	ハイライト	7k	8Ω	25mA	70×40×43	ラグ端子
	PMF-B3.5S	¥1,320	ハイライト	3.5k	8Ω	35mA	61×40×37	リード
	PMF-B7S	¥1,320	ハイライト	7k	8Ω	30mA	61×40×37	リード
	PMF-3WS-7k	¥2,020	オリエント	7k	8Ω	30mA	61×40×37	リード

※価格は2015年6月現在　寸法Wは固定バンドを含む

〈第1表〉低価格帯出力トランス一覧



〈第2図〉トランスの直流重畳電流と1次リアクタンスの変化（880Hz）

で1次側に電流を流します．この状態で，今度は2次側からアンプを介して正弦波信号を加え，そのときのリアクタンスを測ります．

リアクタンス測定は，単純に「入力電圧÷入力電流」で求まります．入力電流・入力電圧の測定は，以前なら「電子電圧計」であったり，高級なデジタルマルチメーターを使用しましたが，今ならデジタルテスターでも「真の実効値表示」のできるものが多くなり，手軽に測定できるようになりました．

アナログテスターや安価なデジタルテスターでは，交流電圧はダイオードで整流された直流電圧に乗率をかけて表示しています．これだと実際には平均値を表示していることになり，真の実効値を示しません．

対して「真の実効値表示」のテスターは，電圧波形を高速にサンプリングを行い，2乗・平均・平方根の計算をデジタル的に行って算出するものです．但し，測定するときの信号周波数が，テスターの周波数特性の範囲内に収まるように注意してください．

「真の実効値表示」かどうかは，カタログか仕様書に記載があります．なお，高級機であれば20kHz程度まで，廉価機でもたいていは4～500Hz程度まで正しく測定できます．

ちなみに，このとき使用したアンプは，一昨年の「1万円オーディオ」に出展した"馬鹿アンプ"を使いました（笑）．

880Hzで測定した結果を**第2図**に表しました（値は1次側に換算してあります）．なお，ついでだったので手元にあった別の電源トランスも測定してみました．こうして比べてみると，オーディオ用に作られたT-600・T-1200は，電源用トランスとは特性がかなり違うことがわかります．

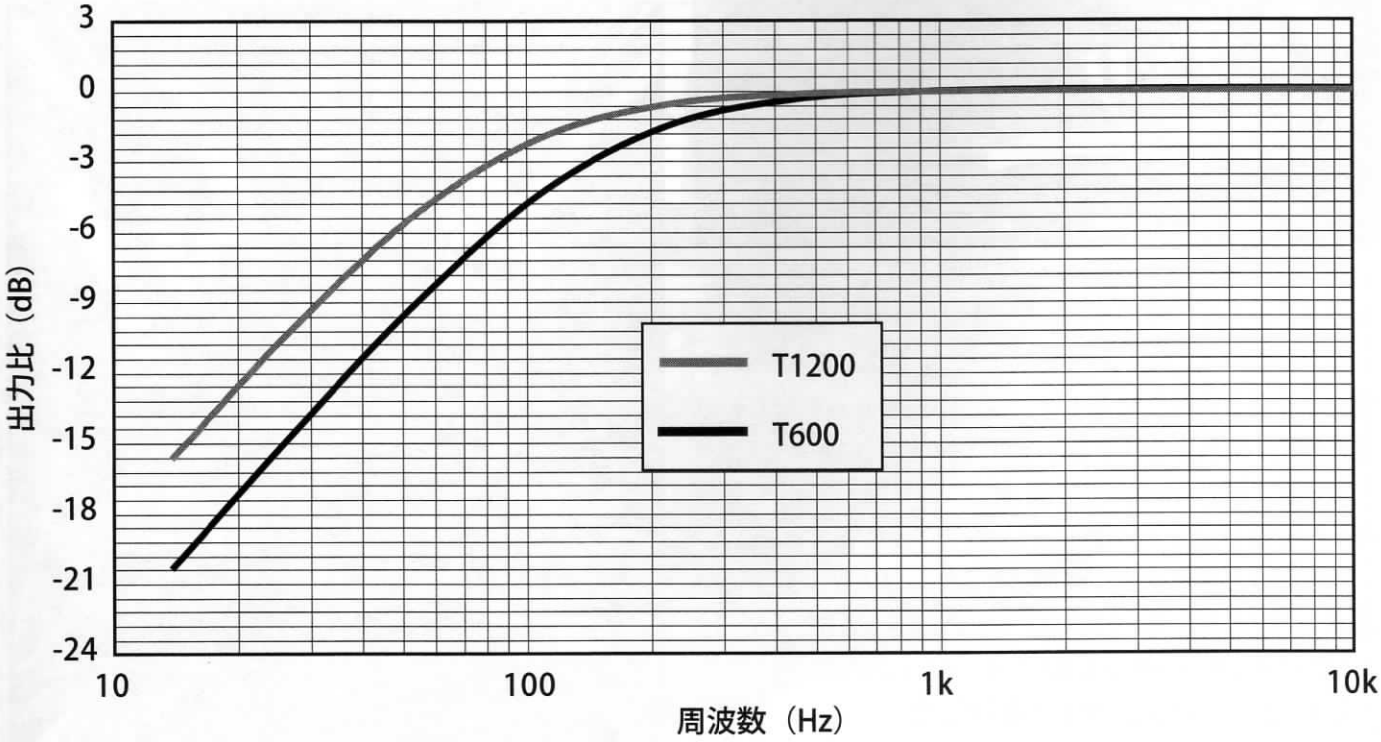
電源用トランスでは，電流のかなり小さい範囲から電流の増加に伴って1次リアクタンスがどんどん下がっていきます．対して，T-600・T-1200はある一定範囲ではほぼ横ばいの値を示しました．

このグラフから，T-600は13mA，T-1200でも14mA程度が限界ということが読み取れます．これだと，T-600では500mWもだすのがやっとだということがわかります．

ここで，それぞれの飽和前の1次リアクタンスに注目してみます．

T-600の1次リアクタンスは約30kΩ，T-1200は約70kΩということがわかります．

トランスの1次リアクタンスは，インダクタンス成分によるもので



〈第３図〉トランス出力アンプの周波数特性（rp＝100kΩ のとき）

す．よってこの値は周波数に比例して変化します．測定した値は880Hzでの値ですから，当然それより低い周波数では小さくなります．たとえば20Hzでは，それぞれ680Ω，1.6kΩしかないことになります．

低周波におけるトランスの等価回路は，大きなインダクタンスが回路をシャントするような形になっています．一方，真空管には内部抵抗があります．そのため，真空管が発生させた交流エネルギー（電流）は，低周波ではそのほとんどがインダクタンスを通じて流れてしまい，負荷に届きません．そのために低音がほとんど出ないアンプになってしまいます．仮にrpが五極管に相当する100kΩ程度あったとすると，周波数特性は**第３図**のようになってしまいます．

しかし，これを防ぐ手段が無いわけではありません．低い周波数における特性低下が，真空管の内部抵抗とトランスの１次リアクタンスとの関係で起こることがわかっているのですから，単純に次の２つの方策があります．

①インダクタンスがさらに大きなトランスを使う．インダクタンスが大きければ，それだけ逃げてしまう電流を少なりますから，周波数が低くなっても特性が落ちずにすみます．

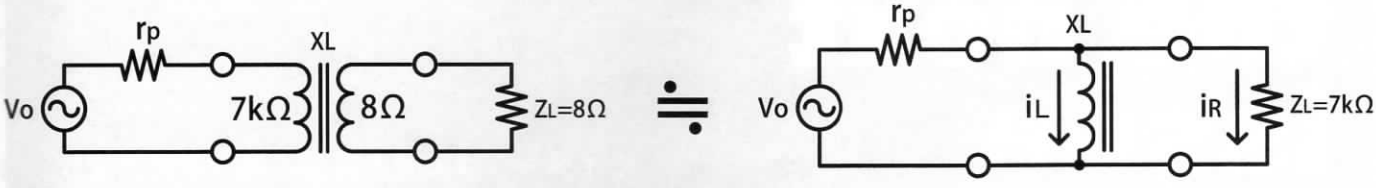
②内部抵抗rpの低い真空管を使う，もしくはそうなるように回路を工夫する．たとえインダクタンス分に電流が逃げてしまってもそれ相応の電流を供給できれば，負荷に回る電流が減らずにすむでしょうということです．

インダクタンスを大きくするには鉄心をもっと大きくしてやる必要がありますから，お手軽商品のトランスを使う前提である限り①は選択する余地などありません．残る２で対策する，すなわち「真空管選び」と「回路の工夫」で対処するより他にない，ということです．

トランク，その中身は……？

話は変わって．

とある日，ネットオークションをなんとなしに眺めていると，なぜか真空管アンプのジャンルで「謎のトランク」が売りに出されているのを発見しました．



〈第４図〉等価回路